



Infraestructuras  
del Agua de  
Castilla-La Mancha

# PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES DE ARGAMASILLA DE CALATRAVA (CIUDAD REAL)

---

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

---



## SIMA

SERVICIOS INTEGRALES INGENIERÍA  
CIVIL Y MEDIO AMBIENTE

**FECHA:** 27/MARZO/2018

**EXP:** ACLM/M/SE/014/18

**VERSIÓN** 1.0.

## PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES DE ARGAMASILLA DE CALATRAVA (CIUDAD REAL)

### MEMORIA

<b>1. OBJETO DEL PROYECTO .....</b>	<b>0</b>
<b>2. ANTECEDENTES. JUSTIFICACIÓN DE LAS OBRAS.....</b>	<b>1</b>
2.1. ANTECEDENTES.....	1
2.2. JUSTIFICACIÓN DE LAS OBRAS.....	1
<b>3. ESTUDIOS PREVIOS.....</b>	<b>2</b>
3.1. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS.....	2
3.2. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA .....	2
3.3. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA .....	2
3.4. CAMPAÑA DE ANÁLISIS Y TOMA DE DATOS.....	2
<b>4. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS .....</b>	<b>3</b>
4.1. DATOS DE PARTIDA .....	3
4.2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE CONDUCCIONES .....	3
4.1.1. Criterios de diseño .....	3
4.1.2. Resultados .....	4
4.3. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LA E.D.A.R. ....	4
4.4. CÁLCULOS ESTRUCTURALES .....	5
4.5. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	5
<b>5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....</b>	<b>6</b>
5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL .....	6
5.2. IMPLANTACIÓN GENERAL .....	7
5.3. LÍNEA DE AGUA.....	7
5.4. LÍNEA DE FANGOS.....	11
5.5. INSTALACIONES VARIAS.....	12
5.5.1 Desodorización .....	12
5.5.2 Agua potable .....	12
5.5.3 Agua industrial.....	12
5.5.4 Aire de servicio .....	12

5.5.5	Otras instalaciones .....	13
5.6.	OBRAS CIVILES .....	13
5.6.1	Cimentaciones .....	13
5.6.2	Depósitos de agua .....	13
5.6.3	Edificaciones.....	14
5.6.4	Conducciones interiores.....	15
5.6.5	Urbanización.....	15
5.7.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	15
5.7.1	Línea de Media Tensión .....	15
5.7.2	Centro de transformación .....	16
5.7.3	Alimentación en baja tensión a cuadros eléctricos.....	16
5.7.4	Cuadros eléctricos .....	16
5.7.5	Alumbrado exterior e interior .....	18
5.7.6	Red de tierras y seguridad de la planta.....	18
5.8.	AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL .....	18
5.8.1	Introducción .....	18
5.8.2	Sistema de control local .....	19
5.8.3	Puesto de control .....	20
5.8.4	Red de comunicaciones.....	20
5.9.	COLECTOR A E.D.A.R.....	20
<b>6.</b>	<b>EXPROPIACIONES .....</b>	<b>22</b>
6.1.	DATOS AFECTATIVOS.....	23
<b>7.</b>	<b>CLASIFICACIÓN AMBIENTAL Y ACTUACIONES MEDIOAMBIENTALES.....</b>	<b>24</b>
<b>8.</b>	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	<b>25</b>
<b>9.</b>	<b>PROPUESTAS DE CARÁCTER ECONÓMICO - ADMINISTRATIVO .....</b>	<b>26</b>
9.1.	PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA .....	26
9.2.	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.....	26
9.3.	REVISIÓN DE PRECIOS.....	26
<b>10.</b>	<b>FACTORES ECONÓMICOS DE LA OBRA.....</b>	<b>28</b>
10.1.	JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS .....	28
10.2.	PRESUPUESTO DE LA OBRA.....	28
10.3.	COSTES DE EXPLOTACIÓN .....	29

---

<b>11. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO .....</b>	<b>30</b>
<b>12. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA Y CONCLUSIÓN .....</b>	<b>31</b>
12.1. OBRA COMPLETA .....	31
12.2. CONCLUSIÓN.....	31

## 1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente Proyecto es definir las obras e instalaciones necesarias para el saneamiento y depuración de aguas residuales de la población de Argamasilla de Calatrava y de los colectores asociados, de modo que resulte posible la depuración de las aguas a tratar hasta los límites señalados por la normativa. Las características del efluente vienen determinadas por la Directiva del consejo de la Unión Europea 91/271/CEE de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas.

En el Proyecto se definen las condiciones geométricas y situación de las obras a realizar para alcanzar los rendimientos exigidos por la directiva, valorándose los trabajos y proporcionándose una información completa que permita conocer las obras con suficiente precisión para poder realizar la construcción en un año horizonte.

## 2. ANTECEDENTES. JUSTIFICACIÓN DE LAS OBRAS

### 2.1. ANTECEDENTES

Cabe citar como antecedentes a la actuación descrita, que la Consejería de Obras Públicas de la Junta de Comunidades de Castilla - La Mancha ha realizado varios estudios y proyectos que analizan soluciones para el saneamiento y depuración de las aguas residuales urbanas de la localidad de Argamasilla de Calatrava, ubicada en la provincia de Ciudad Real y vertiente al río Tirteafuera.

Los estudios y proyectos realizados son:

- 1998: *"Asistencia Técnica para el Estudio de Analítica y Redacción del Proyecto de las E.D.A.R.s de Puertollano (Parcial), Argamasilla de Calatrava, Villamayor de Calatrava, Almodóvar del Campo y El Robledo (Río Tirteafuera y Río Bullaque)"*. Expediente HV-CR-98-362.
- 2001: *"Asistencia Técnica para el "Estudio de Analítica y redacción del proyecto de la E.D.A.R. de Puertollano (Parcial), Argamasilla de Calatrava y Almodóvar del Campo (Río Tierteafuera)"*.
- 2009: *"Proyecto de las obras de construcción de la estación depuradora de aguas residuales conjunta de Almodóvar del Campo y Argamasilla de Calatrava (Ciudad Real)"* Expediente: ACLM/00/CA/014/08.
- 2016: *" Proyecto de Saneamiento y Depuración de Argamasilla de Calatrava y Almodóvar del Campo (Ciudad Real)"*

En consecuencia, la Agencia del Agua de Castilla - La Mancha licita en 2017 la contratación de los servicios de revisión y actualización del *"Proyecto de Construcción de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Argamasilla de Calatrava (Ciudad Real)"*. Expediente ACLM/M/SE/014/08, resultando adjudicataria la empresa SIMA Ingeniería.

### 2.2. JUSTIFICACIÓN DE LAS OBRAS

El núcleo urbano de Argamasilla de Calatrava cuenta con una infraestructura de depuración inadecuada y una red de saneamiento con algunos problemas.

La actuación pretende definir las infraestructuras principales de saneamiento y depuración del municipio. Las obras e instalaciones a incluir en el proyecto son aquellas que permiten un tratamiento de los caudales actuales, e inmediatamente futuros con el fin de llegar a un tratamiento completo de todos los vertidos producidos, de forma que con ello se consiga el grado de depuración necesario, hasta cumplir en cada momento los límites fijados para su vertido en la legislación vigente.

### 3. ESTUDIOS PREVIOS

#### 3.1. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

En el *Anejo nº 2 - Cartografía y Topografía* se describen los trabajos topográficos realizados para elaborar la cartografía que ha servido de base para la redacción del proyecto, así como el resto de cartografía de apoyo utilizada.

#### 3.2. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

En el *Anejo nº3 - Estudio Geológico-Geotécnico* se describe las características de los materiales constitutivos de la zona de ubicación de las obras objeto del presente proyecto, en base a la documentación existente y a los ensayos realizados “in situ”, o en laboratorio a partir de las muestras tomadas.

#### 3.3. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

La determinación del caudal de diseño de los aliviaderos en estudio se realizará considerando el caudal de aguas pluviales, para su determinación se realiza una estudio climatológico, pluviométrico e hidrológico previo.

En el *Anejo nº4 - Estudio climatológico e hidrológico*, se detalla el procedimiento seguido y los datos recopilados.

#### 3.4. CAMPAÑA DE ANÁLISIS Y TOMA DE DATOS

Los trabajos de toma de datos realizados tienen por objeto la obtención de la información necesaria para el establecimiento de las BASES DE DISEÑO del estudio de soluciones del Proyecto.

Se han estudiado los siguientes parámetros:

- Demografía.
- Caudales de diseño
- Valor de cargas contaminantes

En el *Anejo nº 5 - Estudio de población. Caudales y Contaminación*, se detalla el procedimiento seguido y los datos recopilados. A modo de resumen, se presentan en la siguiente tabla los valores de los caudales medios diarios, el valor de la DBO correspondiente al municipio y los habitantes equivalentes (60 g O<sub>2</sub>/día) de la estación depuradora.

	Argamasilla de Calatrava
Caudal medio diario (m <sup>3</sup> /día)	2.808,94
DBO (kg/día)	572,32
Habitantes equivalentes	9.539

## 4. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 4.1. DATOS DE PARTIDA

En la siguiente tabla se muestran los principales datos de partida que justifican el dimensionamiento de la nueva E.D.A.R. de Argamasilla de Calatrava:

<b>POBLACIÓN</b>		<b>7.696</b>	<b>Habitantes</b>
<b>CAUDALES</b>			
<b>Caudal diario</b>		2.809	m <sup>3</sup> /d
<b>Caudal promedio</b>		117	m <sup>3</sup> /h
<b>Caudal punta</b>	(2Qm)	234	m <sup>3</sup> /h
<b>Caudal máximo en pretratamiento</b>	(5Qm)	585	m <sup>3</sup> /h
<b>Caudal admitido en el colector</b>	(10Qm)	1170	m <sup>3</sup> /h
<b>CARACTERÍSTICAS DEL AGUA</b>			
<b>DBO5</b>			
<b>Concentración de entrada</b>		203,75	mg/l
<b>DQO</b>			
<b>Concentración de entrada</b>		379,75	mg/l
<b>SS</b>			
<b>Concentración de entrada</b>		105,50	mg/l
<b>N-NTK</b>			
<b>Concentración de entrada estimada</b>		45,15	mg/l
<b>P</b>			
<b>Concentración de entrada estimada</b>		5,96	mg/l

Tabla 1. Datos de partida

### 4.2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE CONDUCCIONES

En el *Anejo nº8 – Cálculos hidráulicos de conducciones* se desarrolla los cálculos realizados para los colectores incluidos en la actuación, así como del nuevo aliviadero. En este apartado se resumen los criterios de diseño empleados, los resultados principales del cálculo y las características principales de los distintos elementos.

#### 4.1.1. Criterios de diseño

Para el cálculo de **conducciones por gravedad** se ha empleado la fórmula de Manning, a partir de los caudales que circulan por cada tramo y las pendientes que permite el terreno, se han seleccionado los diámetros que cumplen los criterios hidráulicos de diseño.

#### Velocidad del agua:

Se comprueba la velocidad de circulación del agua en las secciones representativas de las siguientes hipótesis:



- Circulación del caudal máximo de diseño

En la hipótesis de circulación del caudal máximo de diseño, deberá verificarse que la velocidad de circulación del agua no excede, en general, el valor de 3 m/s, sin sobrepasar nunca el de 5 m/s.

- Circulación del caudal mínimo de diseño

En la hipótesis de circulación del caudal mínimo de diseño, deberá verificarse que la velocidad de circulación del agua supera, en general, el valor de 0,60 m/s.

Llenado de la conducción:

En la hipótesis de circulación del caudal máximo, el calado es inferior al 80 % de la sección.

Características de las conducciones:

Una vez analizadas técnica (características hidráulicas y mecánicas) y económicamente (precio y montaje de los tubos) las distintas alternativas de material existente, se opta por emplear en las conducciones en lámina libre PVC Corrugado para las conducciones de diámetro menor o igual a 1.200 mm, y Hormigón armado para las conducciones de diámetro mayor a 1.200 mm.

El coeficiente de rugosidad de Manning empleado para el cálculo de las conducciones de PVC es  $n = 0,010$ .

MATERIAL	n Manning
PVC	0,010

**Tabla 2.** Coeficientes rugosidad conducciones por gravedad

#### 4.1.2. Resultados

Dada la orografía de la zona, que presenta un pequeño desnivel entre el inicio y el final de la traza, con el objetivo de reducir en lo posible el movimiento de tierras y la altura de elevación necesaria en el pozo de gruesos de la E.D.A.R., se ha empleado la pendiente mínima, del 0,36%, en todo el perfil.

Los diámetros a disponer serán los siguientes:

P.K. INICIO	P.K. FINAL	LONGITUD TRAMO (m)	DIÁMETRO COLECTOR (mm)
<b>0+000</b>	1+141,976	1.141,976	800
<b>1+141,976</b>	2+938,08	1.789,69	630

#### 4.3. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LA E.D.A.R.

Se han realizado los cálculos hidráulicos de la depuradora, a partir de los caudales de diseño y las cotas límites existentes. Se ha realizado el cálculo del bombeo, de la línea de agua hasta el bombeo y desde éste hasta el punto de vertido.

Los caudales de diseño de la E.D.A.R. se muestran en la siguiente tabla:

	Unidad	Futuro	
		Medio	Máximo
<b>Caudal Pretratamiento</b>	m <sup>3</sup> /h	117,04	585,20
<b>Caudal biológico</b>	m <sup>3</sup> /h	117,04	280,89
<b>Caudal Salida</b>	m <sup>3</sup> /h	117,04	585.20

**Tabla 3.** Caudales de diseño EDAR Argamasilla

La cota de explanación de la planta es la 659,00 msnm, condicionada por el máximo nivel de inundabilidad, que se sitúa a la cota 657,50 msnm. El colector general alcanza la obra de llegada a la cota 650,05 msnm, mientras que la base del foso de bombeo se sitúa en la cota 647,90 msnm. Las pérdidas de carga producidos en desbaste, desarenado desengrasado, caudalímetro intermedio, reparto a biológico, caudalímetro de salida y conducciones intermedias y de vertido al cauce receptor, así como las respectivas cotas de los elementos y la cota de vertido al cauce, situado a 658 msnm, definen una altura de bombeo necesaria en el pozo de gruesos de **14,28 m.c.a.**

#### 4.4. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

En el *Anejo 10: Cálculos mecánicos y estructurales* se realiza la comprobación mecánica de las estructuras y elementos que forman parte del proyecto.

Los elementos a calcular son los siguientes:

- Tuberías de PVC corrugado y de hormigón
- Edificios que componen la E.D.A.R. de Argamasilla de Calatrava

#### 4.5. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Desde el punto de vista de las instalaciones eléctricas, el presente proyecto contempla las siguientes actuaciones de acometida eléctrica e instalaciones de baja tensión para la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Argamasilla de Calatrava.

Dentro del *Anejo 12: Cálculos eléctricos* se detalla el cálculo de necesidades de suministro eléctrico y sus características, cuadros generales de baja tensión, líneas de baja tensión, alumbrado y red de toma de tierras de los distintos elementos que componen el proyecto.

## 5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

### 5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

La nueva E.D.A.R. de Argamasilla de Calatrava contará con tecnologías de cultivo suspendido, funcionando en modalidad de aireación prolongada, que proporcionan un fango estabilizado sin necesidad de unidades de tratamiento (digestión) de este fango, lo que facilita la operación de las mismas. Dentro de las múltiples configuraciones disponibles para el sistema de fangos activos, se han considerado como más adecuada la configuración en SBR.

La **línea de tratamiento del agua** está compuesta por las siguientes operaciones unitarias básicas:

- Arqueta de llegada con bypass general o parcial de la instalación mediante aliviadero de seguridad equipado con tamiz de desbaste de 6 mm de luz de paso;
- Pozo de gruesos para la retención de los sólidos principales
- Reja manual de protección del bombeo con una luz de paso de 50 mm
- Elevación del agua bruta, bombeo, mediante unidades centrifugas sumergidas
- Desbaste de solidos finos mediante reja automática de 10 mm de luz de paso y tamiz de finos de 3 mm de luz de paso, existiendo un canal de bypass equipado con una reja de limpieza manual de 15 mm de luz de paso.
- Desarenado y desengrasado, compuesto por 2 unidades longitudinales aireadas , difusores Non-Clog (15 por unidad), 2+1 soplantes, Bomba de extracción de arenas, lavador-clasificador de arenas y concentrador de grasas.
- Control, reparto y medida de caudal de alimentación al tratamiento biológico.
- Tratamiento biológico mediante el proceso de fangos activos en reactores discontinuos secuenciales (SBR, Sequencing Batch Reactor) diseñado tanto para la eliminación de nitrógeno, mediante nitrificación y desnitrificación, como la eliminación físico química del fosforo y para proporcionar la estabilidad necesaria al fango. El tratamiento biológico consta de los siguientes elementos:
  - Reactores Secuenciales que actúan de reactores biológicos y elementos de decantación de forma secuencial
  - Aireación mediante difusores de burbuja fina y soplantes de producción de aire
  - Agitación de la biomasa mediante agitadores sumergidos en las fases anóxicas
  - Purga de fangos, mediante bombas centrifugas sumergidas
  - Dosificación de cloruro férrico para la eliminación adicional de fosforo requerida
- Depósito de Agua tratada, para alimentación del bombeo de agua de servicios en la estación depuradora, fuente de presentación y medida final del caudal.

La **línea de tratamiento del fango** en exceso producido está compuesta por las operaciones de espesamiento por gravedad y deshidratación mediante unidades centrifugas.

## 5.2. IMPLANTACIÓN GENERAL

La parcela seleccionada para la implantación de la estación depuradora tiene una forma alargada presentando una cierta pendiente transversal con un desnivel que va desde la cota 661 m.s.n.m. a la cota 656 estando el desarrollo de la implantación muy condicionado por la cota de inundación prevista, correspondiente a la 657,50 m.s.n.m. para el período de retorno de 500 años.

Se ha fijado como cota de la plataforma de urbanización la 659,00 m.s.n.m., un metro y medio superior al nivel de inundabilidad, con objeto de proteger los elementos de la EDAR.

## 5.3. LÍNEA DE AGUA

### Obra de Llegada – Aliviadero:

El colector de llegada, compuesto por una tubería de PVC corrugado de 800 mm de diámetro, descarga en una arqueta, de 2,00 x 1,00 m, equipada en su extremo aguas abajo con una compuerta de accionamiento manual 0,60 x 0,60 m que permite el aislamiento total o parcial (desvío de los caudales superiores a los de diseño) de la estación depuradora.

En esta arqueta se ubica un tamiz aliviadero de 6 mm de luz de paso que permite el desbaste de los caudales que no se incorporan a la estación depuradora. Se ha seleccionado un tamiz rotativo de 400 mm de diámetro de tambor y 1 m de longitud.

### Pozo de gruesos:

El pozo de gruesos tiene forma tronco piramidal invertida, con una sección superior en planta de 4,00 x 2,50 metros, la zona de concentración tiene una altura de 0,50 m con taludes a 45º, dando como resultado una sección inferior en planta 4,00 x 1,50 m. La zona recta tiene una altura de 2,55 m, resultando un volumen útil de 16,70 m<sup>3</sup>.

Este pozo de gruesos esta anexo, compartiendo muro, con la cámara de aspiración de la elevación de agua bruta. Ambos elementos están comunicados por una ventana de dimensiones 1x1 m<sup>2</sup>. Se instala una reja de las mismas dimensiones, con una luz de paso de 50 mm, con el objeto de proteger las bombas.

Los residuos retenidos en el pozo de gruesos son retirados mediante una cuchara anfibia bivalva de 100 litros de capacidad, para ser depositados en el correspondiente contenedor de residuos previo a su retirada de planta. Esta cuchara bivalva sirve también como mecanismo de limpieza de la reja dispuesta.

#### Elevación de Agua Bruta:

El bombeo de agua bruta está formado por tres (3+1) bombas centrifugas sumergidas. Dichos equipos están dimensionados para bombear un caudal unitario de 195,00 m<sup>3</sup>/h y una altura manométrica de 14,50 mca.

Se han dispuesto impulsiones independientes para cada bomba, de diámetro 150 mm, vertiendo al canal desde el que se alimenta al desbaste. Cada impulsión cuenta con un caudalímetro electromagnético de 150 mm de diámetro.

La cámara de aspiración tiene unas dimensiones en planta de 4,00 x 3,00 m, de forma que se puedan albergar en el mismo recinto tanto las unidades necesarias para la situación actual, como la ampliación futura.

#### Desbaste:

El desbaste está formado por:

- Dos canales principales, de 0,50 m de ancho, equipados con una reja de limpieza automática de 10 mm de luz de paso y un tamiz automático de 3 mm de luz de paso; y
- Un canal auxiliar de bypass, de 0,60 m de ancho, equipado con una reja de limpieza manual de 15 mm de luz de paso.

Cada uno de los canales está equipado con sus compuertas manuales de aislamiento, aguas arriba y aguas abajo, para permitir la operación de los mismos.

Los residuos recogidos en las rejas y tamices son transportados por sendos tornillos compactadores hasta los contenedores para su evacuación final. En la fase inicial solamente se instalaran los elementos de desbaste correspondientes a uno de los canales principales y al canal de bypass, instalándose el resto de los equipos de desbaste en la ampliación de las instalaciones.

#### Desarenado-desengrasado:

Se han diseñado unidades aireadas con una sección trapezoidal para facilitar la recogida de arenas en el fondo así como la recogida de grasas en superficie, habiéndose dispuesto un ancho total en superficie de 1,75 m, de los cuales 0,95 m corresponden a la zona de desengrasado y 0,80 m a la zona de desarenado.

La altura total de la unidad es de 3,05 m, con un calado recto (en la zona superior) de 2,00 m presentando los laterales del fondo de la unidad un talud lateral 2:1 (V:H) de forma que las arenas decantadas se concentren en un canal inferior de 0,30 m de ancho y 0,30 metros de alto desde el que serán extraídas.

Las unidades tienen una longitud de 8,50 m estando equipadas cada una de ellas con un puente transversal de desplazamiento longitudinal en el que se monta una bomba vertical de extracción de

arenas de 10 m<sup>3</sup>/h de capacidad, que las extrae hasta una canaleta central desde la que pasan a la unidad de lavado y clasificación de las arenas.

El puente transversal está equipado con una rasqueta superficial que en un sentido del desplazamiento baja hasta la superficie del agua para impulsar las grasas que se acumulan en la superficie hasta una trampa de grasas desde la que el accionamiento de una válvula PIC las envía a la unidad de concentración, mientras que en el otro sentido asciende para no interrumpir la acumulación de grasas.

Se dispondrá de tres (2+1) soplantes de émbolos rotativos de 120 m<sup>3</sup>/h de capacidad unitaria siendo distribuido en el fondo de cada unidad por una línea de difusores compuesta por 15 difusores de burbuja gruesa inatascables tipo NON-CLOG.

Se dispondrá de un mecanismo clasificador lavador de arenas de 10 m<sup>3</sup>/h de capacidad, y de un contenedor estándar para su evacuación en camión.

La instalación cuenta con un separador provisto de sistema de barrido continuo superficial, situado en un tanque metálico junto al desarenador que concentra las grasas, con capacidad para tratar 10 m<sup>3</sup>/h de mezcla.

#### Control de caudales a Biológico:

El caudal de alimentación al biológico es medido mediante un caudalímetro electromagnético en tubería previo al reparto – mediante válvulas de mariposa de accionamiento motorizado – a las cuatro líneas de tratamiento biológico, controlando estos elementos los caudales aportados al tratamiento.

En la fase inicial sólo se equipan las líneas de alimentación correspondientes a los reactores biológicos de esta primera fase, si bien se dejan las obras civiles preparadas para la futura inclusión del resto de líneas previstas.

#### Reactor Biológico:

El tratamiento biológico se ha planteado mediante el empleo de la tecnología de SBR (Reactores de Flujo secuencial – Sequential Batch Reactor) que incorporaran en un mismo elemento las operaciones de tratamiento biológico y de decantación secundaria a través de una secuencia de ciclos temporales de reacción y no reacción (decantación y vaciado) en cada unidad. Se han proyectado cuatro reactores secuenciales (SBR) si bien en la fase inicial solamente se construirán dos de ellos.

Cada reactor secuencial consiste en un depósito rectangular de hormigón armado de 7,00 m de ancho, 24,50 m de longitud y un calado útil de 5 m, equipados de una cámara de reparto a la

entrada de 1,50 m de longitud y de un canal de salida común para cada conjunto de dos unidades de 1 m de longitud.

El agua procedente de la obra de control y reparto a tratamiento biológico alimenta a cada una de las cámaras de reparto previas a cada reactor incorporándose al mismo por toda su anchura mediante orificios sumergidos.

En el extremo opuesto a la entrada se instala el extractor localizado en una estructura flotante de forma que un actuador tipo tornillo con un pequeño motor permite al decantador desplazarse verticalmente desde el nivel máximo hasta el nivel mínimo de agua. El motor es de frecuencia variable para adecuar la velocidad de descarga al ciclo con el que se esté trabajando.

Se dispondrá de tres (2+1) soplantes de émbolos rotativos de  $1.700 \text{ Nm}^3/\text{h}$  a 6,00 mca y en cada reactor se instalarán dos parrillas de difusores de burbuja fina compuestas cada una de ellas por 60 difusores.

Se dotará a cada reactor biológico de dos agitadores sumergidos de 7,50 kW de potencia unitaria.

La instalación contará con un sistema de almacenamiento y dosificación de cloruro férrico compuesto por un depósito de 5.000 l de capacidad unitaria y tres (2+1) bombas dosificadoras de caudal variable 0,16-1,60 l/h que dosifican la solución necesaria en cada uno de los reactores biológicos.

Se dispondrá de una trampa de grasas y de un pozo de bombeo de 2 (1+1) bombas de  $15 \text{ m}^3/\text{h}$  de capacidad unitaria.

#### Depósito agua tratada – agua industrial:

El depósito de agua tratada tendrá unas dimensiones de 2,00 x 2,20 m de planta con un calado útil de 2,50 m desde el que un grupo de presión formado por 1+1 bombas verticales de  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  de capacidad unitaria a 40 mca y equipado con un filtro automático auto filtrante de 100 micras de luz de paso y un sistema de desinfección ultravioleta en tubería permite su reutilización en los servicios de riego de las instalaciones así como su uso como agua industrial para determinados procesos.

#### Medida de caudal de agua tratada:

Para la medida del caudal de agua tratada se dispondrá de un medidor electromagnético DN400.

#### Línea de bypass:

La estación depuradora cuenta con dos puntos en los que puede procederse al bypass de distintos elementos:

- En la arqueta de entrada desde donde, tras su paso por un tamiz aliviadero de 6 mm de luz da paso, puede procederse al bypass de la totalidad de los caudales que llegan a la estación en caso de avería de la misma; y
- A la salida del pretratamiento desde donde puede procederse al alivio de los caudales pretratados que superan la capacidad de tratamiento del tratamiento biológico, a través de las válvulas motorizadas ya comentadas para el control del caudal de entrada al reactor biológico.

Ambas líneas de bypass se une, conformando una sola línea, en la que se instala un medidor Parshall de 3" de ancho de garganta que controla el caudal efectivamente aliviado de la planta y que se une con el caudal tratado antes del vertido al medio.

#### **5.4. LÍNEA DE FANGOS**

##### Purga de fangos:

Cada reactor biológico está equipado con dos (1+1) bombas sumergibles de 10 m<sup>3</sup>/h de capacidad unitaria a 6,00 mca.

La impulsión de ambos reactores se une en una única línea de impulsión en la que se instala un caudalímetro electromagnético que permite controlar el fango efectivamente purgado.

##### Espesamiento de fangos:

Para el espesamiento del fango se ha previsto la construcción de una unidad circular de 7,50 m de diámetro, con un calado útil en borde de 3,50 m, equipada con un puente radial barredor.

La alimentación al espesador se realiza por tubería a una campana central que sirve como reparto y de zona de tranquilización. El fondo tiene una pendiente superior al 10 % y dispone de un puente de rasquetas de accionamiento central que ayuda a la concentración del fango y lo envía hacia la poceta central desde donde es aspirado para ser enviado a las unidades de deshidratación.

##### Deshidratación de fangos:

La deshidratación o secado de los fangos, se lleva a cabo mediante una unidad centrífuga de 6 m<sup>3</sup>/h de capacidad unitaria de tratamiento. Los fangos de alimentación a la centrífuga son extraídos del fondo de la unidad de espesamiento y bombeados mediante dos (1+1) bombas de tornillo de tipo helicoidal de desplazamiento positivo capaces de proporcionar un caudal variable de 1-6 m<sup>3</sup>/h cada una.

Para la dosificación de la solución de polielectrolito se ha previsto un equipo de preparación automático de 500 l de capacidad junto con dos (1+1) bombas dosificadoras de tornillo de caudal variable capaces de proporcionar cada una 20-200 l/h.



#### Almacenamiento de fango seco:

El fango deshidratado es bombeado mediante una bomba de tornillo, de caudal variable de 1- a 6 m<sup>3</sup>/h, hasta una tolva de fangos de 40 m<sup>3</sup> de capacidad desde la que se descargara directamente en camiones para su evacuación final de planta.

### **5.5. INSTALACIONES VARIAS**

#### **5.5.1 Desodorización**

Se lleva cabo mediante un filtro de carbón activo de 25.000 m<sup>3</sup>/h de capacidad formado por una torre de contacto en PRFV de diámetro 3.500 mm y altura total 3.000 mm, y un ventilador centrífugo para 25.000 m<sup>3</sup>/h. de 18,5 kW.

El sistema da servicio a los siguientes elementos:

- Edificio de pretratamiento
- Sala de centrifugas en edificio de deshidratación
- Espesador de fangos.

#### **5.5.2 Agua potable**

La instalación consta de una acometida de PEAD y diámetro 2", desde el punto indicado por la empresa explotadora del servicio y de una red de distribución en polietileno de baja densidad en varios diámetros.

#### **5.5.3 Agua industrial**

El agua industrial se toma del depósito de agua tratada, filtrándose la misma en un filtro automático auto limpiante de 100 micras y 20 m<sup>3</sup>/h de caudal máximo que alimenta a un reactor de desinfección ultravioleta en tubería de 20 m<sup>3</sup>/h de capacidad. El grupo está compuesto por tres bombas verticales multicelulares de 20 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario a 40 m.c.a., un depósito de membrana de 900 l de capacidad a 10 Kg/cm<sup>2</sup>, así como todos los accesorios, tubería, bocas de riego y aspersores necesarios.

#### **5.5.4 Aire de servicio**

Consta de un grupo motocompresor rotativo de caudal 590 l/min con una presión de trabajo de 10 Kg/cm<sup>2</sup> y de, un secador frigorífico de capacidad 1,2 m<sup>3</sup>/min a 7 Kg/cm<sup>2</sup> de presión, así como todos los accesorios, tuberías y válvulas necesarias.

### 5.5.5 Otras instalaciones

Taller, repuestos, laboratorio, mobiliario y equipos de seguridad

## 5.6. OBRAS CIVILES

### 5.6.1 Cimentaciones

En la E.D.A.R. se distinguen principalmente dos tipos de estructuras:

- Depósitos de aguas
- Edificaciones

Los tipos de cimentación, son:

#### Depósitos de agua

Se proyecta una cimentación superficial mediante losa de espesor constante.

Con motivo de mejorar y homogeneizar el nivel de apoyo de las cimentaciones de los depósitos se dispone bajo las soleras de los mismos, una capa de 0,10 m de hormigón de limpieza y una capa de 0,10 cm de subbase granular.

#### Edificaciones

La cimentación de los edificios se resuelve mediante zapatas aisladas convenientemente arriostradas. En los edificios de carácter industrial, que disponen de sótano, por las diferentes necesidades de los equipos en ellos albergados y en otros por su configuración geométrica en planta, se adopta cimentación en losa continua de hormigón.

Las excavaciones de la mayoría de los elementos son convencionales siendo sin embargo necesaria la ejecución de **muros pantalla** en los elementos de mayor profundidad (obra de llegada, pozo de gruesos y bombeo) y la excavación interior de los mismos mediante cuchara bivalva.

Se ejecutarán los conjuntos constructivos formados por pozo de gruesos, pozo de bombeo y aliviadero mediante muros pantalla. Este procedimiento se lleva a cabo debido a que por motivos geotécnicos, no es posible el hincado de tablestacas. Se trata de un pozo de una profundidad útil de 11,25 m, habiéndose proyectado muros pantalla de 80 cm de espesor, empotrados en el terreno.

### 5.6.2 Depósitos de agua

Los distintos elementos a construir consisten en diferentes depósitos de forma rectangular o circular y se ejecutan mediante elementos de hormigón armado, tipo HA-30/P/20/IV+Qc y acero corrugado B 500 S, con fresado de las paredes para conseguir un paramento liso y aplicación de resina flexible epoxi poliuretano.

Las plataformas técnicas se han realizado mediante trámex de poliéster y barandillas de acero AISI 316, siendo las escaleras de acceso realizadas en estructura de AISI 316 y peldaños de poliéster.

### 5.6.3 Edificaciones

Dentro de la estación depuradora se ha contemplado la construcción de las siguientes edificaciones industriales:

- Edificio de pretratamiento: de planta rectangular, 31,90 x 11,10 m, en el que se ubican todas las instalaciones correspondientes al pretratamiento (desde la obra de llegada hasta el desarenado desengrasado) incluyéndose en el mismo los contenedores necesarios para el mismo. Se trata de una nave diáfana con una pequeña sala para alojar las soplantes del desarenado.
- Edificio de deshidratación: de planta rectangular, 16,45 x 11,10 m, dividido en tres salas en las que se ubican los equipos de deshidratación, los cuadros eléctricos y las soplantes del tratamiento biológico.

Estos edificios están ejecutados mediante pórticos de hormigón armado de 11 m con vigas delta prefabricadas sobre los que se monta una cubierta de panel sándwich con unas bandas de policarbonato de 1 m. de ancho para permitir la entrada de luz natural.

El cerramiento es de panel prefabricado de hormigón colocado horizontalmente, realizándose la carpintería de puertas mediante doble hoja de chapa de acero galvanizado y la carpintería de ventanas mediante perfiles de PVC con doble acristalamiento.

Sobre la solera de hormigón armado – en las zonas no ocupadas por otras obras (pozos) - se instala un pavimento continuo multicapa antideslizante.

Las divisiones interiores se ejecutan mediante bloque de hormigón, enfoscado y pintado salvo la sala de las soplantes del desarenado que se ejecuta con ladrillo de tabique doble.

Además de estos edificios industriales se ha previsto la construcción de un edificio de control de 9,35 x 8,50 m de planta ejecutado mediante pilares de hormigón armado sobre los que descansa el forjado de viguetas de 22+5 y bovedilla cerámica y la cubierta realizada con tabiques palomeros y acabado en teja.

El cerramiento de este edificio está formado por tabique de medio pie y tabicón con cámara rellena por aislamiento de 50 cm con un acabado exterior formado con un zócalo de granito y mortero mono capa y un acabo interior de yeso y pintado. Las divisiones interiores se ejecutan con tabicón y en el mismo se alojan dos despachos, el laboratorio y dos vestuarios con sus correspondientes baños.

Tanto en la arqueta de control de caudales como en el depósito de agua tratada se ha ejecutado una caseta formada por un forjado de vigueta y bovedilla con cubierta realizada con tabiques palomeros

y acabado con teja. El cerramiento de estas casetas se ha diseñado con doble tabique de medio pie y tabicón, con acabado exterior de mortero mono capa.

#### **5.6.4 Conducciones interiores**

Se han proyectado las siguientes redes de tuberías:

- Red de agua, en PVC-O los tramos en lámina libre y en FD los tramos en presión.
- Red de fangos, en FD
- Red de aire, en acero inoxidable
- Red de agua potable e industrial, PEAD

Los diámetros y disposiciones de cada una de estas redes se pueden ver en los planos correspondientes.

#### **5.6.5 Urbanización**

El acceso a los distintos elementos de la instalación se ejecuta un vial central mediante pavimento rígido de hormigón, considerando un tráfico T42 y una explanada E1, con una sección de 20 cm de Zahorra Artificial y 18 cm de hormigón.

Las aceras están formadas por baldosas hidráulicas de dimensiones 15x15 cm, separado del resto de los elementos mediante bordillo de hormigón.

Para conectar los distintos elementos se han definido pasillos de un metro de ancho, formados por el extendido de encachado de 15 cm. de gravilla.

Se plantarán árboles aisladamente, así como un seto de arizónica alrededor de la planta adosada a la malla galvanizada de simple torsión que le sirve de cerramiento.

Se ejecutará una red de pluviales con tubería de PVC 315 mm, pozos de hormigón y sumideros de hormigón.

### **5.7. INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

#### **5.7.1 Línea de Media Tensión**

La potencia simultánea total a suministrar a las instalaciones una vez ampliadas será de 300,55 kW, existiendo una simultaneidad aproximada del 80,46% respecto de la potencia total instalada.

La conexión a la red eléctrica se realizará en el punto de enganche facilitado por la Compañía Eléctrica, en el apoyo D17 de la LMAT ACA715, a una tensión de 15 kV y una frecuencia de 50 Hz.

La línea de acometida hasta el Centro de Transformación de la E.D.A.R. será de tipo enterrada, con una longitud de 528 m, y se conformará mediante cables con conductores de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado XLPE en configuración 3(1x150), de designación RHZ1 20L

12/20 kV. Los cables irán canalizados bajo tubo de polietileno de 160 mm de diámetro en zanja de 20 cm de ancho y profundidad mínima 80 cm, con 4 cm de lecho de arena y relleno de tierra compactada.

A unos 325 m del origen la línea atraviesa el río Tirteafuera, por lo que la zanja en ese tramo será rellenada con hormigón de forma que el tubo quede envuelto completamente.

La línea subterránea de Media Tensión acometerá al Centro de Transformación ubicado en la propia parcela de la E.D.A.R.

### **5.7.2 Centro de transformación**

Este Centro de Transformación estará construido en edificio de hormigón prefabricado de dimensiones exteriores aproximadas 3.760 x 2.500 mm y altura útil 2.535 mm, y alojará en su interior las celdas de media tensión, los elementos de medida y un transformador trifásico en baño de aceite.

En el Centro de Transformación se alojarán las siguientes celdas:

- 1 Celda de línea
- 1 Celda de protección
- 1 Celda de medida

El transformador a instalar tendrá una capacidad de 400 kVA, de modo que será válido para el suministro a la planta una vez ampliada, contando con más del 5% de holgura, y estando dimensionado además para el caso más desfavorable de factor de potencia sin compensar.

### **5.7.3 Alimentación en baja tensión a cuadros eléctricos**

La línea de acometida en Baja Tensión desde el transformador hasta el Cuadro General de la E.D.A.R. se realizará mediante cable de tipo XZ1 (S) no propagador del fuego y la llama, formado por conductores de aluminio y aislamiento de XLPE y poliolefina, para una tensión de servicio de 0,6/1 KV.

### **5.7.4 Cuadros eléctricos**

El Cuadro General de Distribución de Baja Tensión se ubicará en la sala de cuadros eléctricos del edificio de Tratamiento de Fangos. Estará fabricado en chapa de acero, con protección IP54 según EN 60529, y estará formado por una columna de acometida que incluirá interruptor general automático tetrapolar de 800 A, analizador de redes y limitador de sobretensiones, y una columna de salidas incluyendo las salidas de alimentación a los CCM de la planta con interruptores automáticos tetrapolares (de 250 A para el CCM de Pretratamiento y de 630 A para el CCM de Tratamiento Biológico y de Fangos), y a los Cuadros de Alumbrado de la E.D.A.R.

Para compensar el factor de potencia debido al consumo de energía reactiva por parte de las instalaciones se dispondrá de una batería de condensadores conectada en el Cuadro General de Baja Tensión. Se instalará una batería de condensadores automática de 150 KVAR, en configuración 50 + 100 kVAR, compuesta de condensadores sobredimensionados en tensión a 480 V.

Debido a la presencia de armónicos generada por los variadores de frecuencia principalmente, la batería de condensadores estará dotada de filtros de rechazo de armónicos, con inductancias sintonizadas a 215 Hz.

Se instalará igualmente un sistema de condensadores mediante bote fijo para una pérdida del transformador en vacío, de 10 KVAR de capacidad a 400 A.

Junto al Cuadro General, en la misma sala de cuadros, se instalarán los Centros de Control de Motores de la E.D.A.R., así como el Cuadro de Alumbrado Exterior y el Cuadro de servicios del Edificio de Tratamiento de Fangos donde se ubica la sala de cuadros.

De esta forma, teniendo los CCM junto al Cuadro General, y en una sala ubicada entre las estancias donde se alojan los equipos de mayor consumo de la planta (la centrífuga y las soplantes del tratamiento biológico), una gran parte del sistema de distribución está localizado a poca distancia de los mayores consumos eléctricos existentes.

Los cuadros eléctricos que conforman las instalaciones son los siguientes:

- C.G.D.B.T.: Se ubicará en la sala de cuadros del edificio de tratamiento de fangos, y alimentará directamente a los distintos Cuadros de Control de Motores y a los diferentes cuadros de alumbrado de la planta, así como a la batería de compensación de energía reactiva.
- C.C.M. de Pretratamiento: Se ubicará en la sala de cuadros junto al Cuadro General, y dará servicio a los equipos de pretratamiento.
- C.C.M. de Tratamiento Biológico y de Fangos: Se ubicará en la sala de cuadros junto al Cuadro General, y dará servicio a los equipos de tratamiento biológico y de tratamiento de fangos.
- C.AL. Exterior: Cuadro de Alumbrado Exterior, que se ubicará en la sala de cuadros próximo al Cuadro General, y dará servicio a la iluminación y tomas exteriores.
- C.AL. Edificio de Fangos: Cuadro de servicios que se ubicará en la sala de cuadros del edificio de tratamiento de fangos próximo al Cuadro General y dará servicio a la iluminación y tomas del edificio.
- C.AL. Edificio de Pretratamiento: Cuadro de servicios que se ubicará en el edificio de pretratamiento y dará servicio a la iluminación y tomas del mismo.

- C.AL. Edificio de Control: Cuadro de servicios que se ubicará en el edificio de control y dará servicio a la iluminación y tomas del mismo.
- C.AL. Edificio de Reparto de Caudales: Cuadro de servicios que se ubicará en el edificio de reparto de caudales y dará servicio a la iluminación y tomas del mismo.
- C.AL. Edificio de Agua Tratada: Cuadro de servicios que se ubicará en el edificio de agua tratada y dará servicio a la iluminación y tomas del mismo.

#### **5.7.5 Alumbrado exterior e interior**

El alumbrado de viales se realizará mediante luminarias esféricas con lámparas de V.S.A.P. de 250 W sobre columna troncocónica de 6 m de altura. La disposición de las mismas será unilateral, con una distancia entre luminarias de 9 m. Esta disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5.

Para la iluminación de fachadas y accesos a edificios se emplearán proyectores simétricos con lámpara de V.S.A.P. de 150 W con anclaje directo a la fachada.

Las zonas de equipos se iluminarán mediante proyectores simétricos con lámpara de V.S.A.P. de 150 W sobre columna troncocónica de 10 m de altura.

Para salas de tratamiento y maquinaria las luminarias a emplear serán regletas con lámparas fluorescentes estancas, con grado de protección IP 66, de potencia 2x58 W.

Las salas de despacho y laboratorio se iluminarán con luminarias fluorescentes empotradas de potencia 4x18 W.

Las zonas de paso y las salas comunes se iluminarán con *downlights* de instalación empotrada con potencia 2x26 W.

En duchas y WC se emplearán luminarias halógenas empotradas de 50 W.

#### **5.7.6 Red de tierras y seguridad de la planta**

La planta deberá contar con una red de tierras tal que todos los equipos y estructuras metálicas formen una superficie equipotencial cuya resistencia con respecto a tierra sea tal que las tensiones de paso y contacto no presenten valores peligrosos.

Se instalará un pararrayos en el edificio de Control para protección de las instalaciones y personal ante la caída de rayos.

### **5.8. AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

#### **5.8.1 Introducción**

Los principales procesos a automatizar en la Estación Depuradora son los siguientes:

- Bombeo de agua bruta
- Desbaste y tamizado
- Desarenado - desengrasado
- Reparto de caudales
- Tratamiento biológico y decantación
- Eliminación química del fósforo
- Bombeo de flotantes
- Tratamiento de fangos

#### 5.8.2 Sistema de control local

El PLC de Pretratamiento se alojará en el interior del CCM de Pretratamiento de la E.D.A.R., en un armario destinado para ello, y que incluirá, sobre la puerta del mismo, un terminal con pantalla táctil a color que servirá para realizar las funciones de interfaz hombre-máquina desde el que se pueda controlar el proceso de forma automática.

El PLC estará dimensionado para las instalaciones ampliadas y contará además con un 25% de capacidad de señales libre, teniendo capacidad para el total de las entradas y salidas analógicas y digitales:

Estará conformado por los siguientes módulos para señales:

- 3 x Módulo electrónico de entradas analógicas para 4 EA a 2 hilos, 16 Bits, +/-0,3%
- 10 x Módulo electrónico de entradas digitales para 16 ED a 24 V DC
- 3 x Módulo electrónico de salidas analógicas para 4 SA, 16 Bits, +/-0,3%
- 2 x Módulo electrónico de salidas digitales para 16 SD a 24 V DC / 2 A

Para mantener el PLC en funcionamiento ante posibles cortes del suministro eléctrico se instalará un Sistema de Alimentación Ininterrumpida on-line de 700 VA de capacidad.

El PLC de Tratamiento Biológico y Fangos se alojará en el interior del CCM de dichos procesos de la E.D.A.R., en un armario destinado para ello, y que incluirá, sobre la puerta del mismo, un terminal con pantalla táctil a color que servirá para realizar las funciones de interfaz hombre-máquina desde el que se pueda controlar el proceso de forma automática.

Estará conformado inicialmente por los siguientes módulos para señales:

- 15 x Módulo electrónico de entradas analógicas para 4 EA a 2 hilos, 16 Bits, +/-0,3%
- 24 x Módulo electrónico de entradas digitales para 16 ED a 24 V DC
- 9 x Módulo electrónico de salidas analógicas para 4 SA, 16 Bits, +/-0,3%
- 3 x Módulo electrónico de salidas digitales para 16 SD a 24 V DC / 2 A



El armario donde se alojará el PLC tendrá espacio suficiente desde la fase inicial para alojar los equipos definitivos una vez ampliada la planta.

Para mantener el PLC en funcionamiento ante posibles cortes del suministro eléctrico se instalará un Sistema de Alimentación Ininterrumpida on-line de 700 VA de capacidad.

### 5.8.3 Puesto de control

El puesto de control central de la E.D.A.R. se ubicará uno de los despachos del edificio de control.

Dentro de la Sala de Control, donde se realiza la supervisión de la planta, tenemos los siguientes equipos y sistemas:

- Equipo de comunicaciones.
- Estación SCADA para Servidor de Datos y de Aspectos (informaciones de los equipos instalados en la planta), y Estación de Operación de la planta.
- Sistema de alimentación ininterrumpido (SAI) para Sala de Control.

### 5.8.4 Red de comunicaciones

Los PLC se comunicarán entre ellos y con el control central mediante un anillo PROFINET TCP/IP.

## 5.9. COLECTOR A E.D.A.R.

Dentro de las obras incluidas en el proyecto se incluye la instalación de un nuevo colector de aguas residuales en Argamasilla de Calatrava, con inicio en el pozo de registro ubicado junto a las instalaciones del actual bombeo al filtro verde y desembocadura en la nueva E.D.A.R.

Las conducciones se instalarán en zanjas con taludes 1H:2V para la excavación del nivel I de rellenos y suelo vegetal, desde donde arranca una sección semivertical con talud 1H:5V para todos los escenarios, excepto en los tramos bajo calzada, en los que se emplearán entibaciones.

A continuación se describe brevemente la traza descrita para la conducción.

#### -Conducción 800 mm desde antigua estación de bombeo hasta aliviadero:

Este tramo de colector parte desde el entronque con la actual estación de bombeo de aguas residuales existente en el municipio, siendo su punto de origen el de coordenadas (x: 405.331,685; y: 4.286.936,330). Sigue una traza paralela al cauce del arroyo Tirteafuera por su margen derecha, finalizando en un aliviadero en las proximidades del actual filtro verde. La longitud del colector es de 1.141,976 m.

#### -Conducción 630 mm desde aliviadero hasta E.D.A.R.:

Este tramo comunica el nuevo aliviadero donde desemboca el colector de 800 mm de diámetro con la E.D.A.R. proyectada. Se inicia en las proximidades del actual filtro verde, en el punto de

coordenadas (x: 404.268,721; y: 4.286.950,706). Sigue una traza paralela al arroyo Tirteafuera, por su margen derecha, atravesando un camino existente entre los pk 1+50,834 y 1+062,067 de este colector. La conducción continúa paralela al arroyo y finaliza en la nueva E.D.A.R., ubicada en la parcela destinada a este fin. La longitud total de este conducto es de 1.789,679 m.

## 6. EXPROPIACIONES

En el *Anejo nº18 – Expropiaciones*, se definen los bienes y derechos que resultarán afectados como consecuencia de la ejecución de las obras incluidas en el proyecto.

Considerando que las fincas o terrenos se ocupan con mayor o menor extensión o duración y los derechos sobre aquéllos, se expropian con mayor o menor intensidad o permanencia, se establecen las siguientes clases de afección expropiatoria:

- Expropiación
- Servidumbre
- Ocupación temporal

### Expropiaciones:

Se expropia el pleno dominio de los terrenos ocupado por las depuradoras, los pozos de registro, aliviaderos, estaciones de bombeo y, en general, todos los elementos constructivos que coincidan con la rasante del terreno o sobresalgan de él.

### Servidumbre:

Se impone una servidumbre permanente de paso y acueducto a lo largo de la conducción para poder realizar operaciones de mantenimiento y posibles reparaciones de averías.

Dadas las dimensiones de las conducciones, se considera suficiente disponer de una franja de 5 m de anchura (2,5 m a cada lado del eje de la tubería) para el movimiento de la maquinaria, acopio de tierras, tubos de reparación, elementos mecánicos etc.

### Ocupación temporal:

Es la superficie que se utiliza durante la ejecución de la obra. Se trata de una franja de anchura variable y paralela al eje de la conducción, destinada al tráfico de los vehículos de obra, maquinaria, acopio de las tierras y cuantos usos se estimen convenientes en el plazo de ejecución previsto. La anchura depende de las dimensiones de las zanjas en sus distintos tramos, que a su vez dependen de la tipología de los terrenos que atraviesan. Como criterio básico se consideran 2 zonas colindantes: en una se depositan los productos de la excavación y la otra sirve como vía de movimiento de la maquinaria y el aporte de tramos de tubería.

Se ha estimado suficiente una franja de ocupación temporal de 10 m (5 m a cada lado del eje de la conducción).

## 6.1. DATOS AFECTATIVOS

Como resultado de las mediciones realizadas para cada finca y su comprobación sobre el terreno, se obtienen los datos afectados que seguidamente se indican, expresando para las actuaciones principales y las actuaciones de las redes municipales, las superficies (m<sup>2</sup>) afectadas por cultivo, término municipal y carácter de la ocupación.

RESUMEN	Total expropiaciones
Superficie expropiada (m <sup>2</sup> )	16.203,36
Superficie servidumbre (m <sup>2</sup> )	17.703,66
Superficie ocupación temporal (m <sup>2</sup> )	31.213,88

**Tabla 4.** Afecciones E.D.A.R

## 7. CLASIFICACIÓN AMBIENTAL Y ACTUACIONES MEDIOAMBIENTALES

Dado que el órgano sustantivo, que sustenta las competencias para aprobar el proyecto, es la Dirección General del Agua del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; el órgano ambiental responsable de efectuar el procedimiento evaluatorio es la Dirección General de Calidad, Evaluación Ambiental y Medio Natural del MAGRAMA. Siendo la legislación aplicable la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

El proyecto contempla las soluciones de saneamiento y depuración de Argamasilla de Calatrava, municipio en el que se estiman los siguientes habitantes equivalentes.

### ARGAMASILLA DE CALATRAVA

Qmedio	2.808,95	m <sup>3</sup> /día	2.808.950	l/día	
DBO5					
Contam. Media	203,75	mg O <sub>2</sub> /l	572,32	kg O <sub>2</sub> /día	Qmedio
Hab. equivalente	60	g O <sub>2</sub> /día	<b>9.539</b>	Hab-equiv.	Qmedio

**Tabla 5.** Cálculo de diseño en Habitantes-equivalentes de la EDAR de Argamasilla de Calatrava

La alternativa seleccionada propone la construcción de una EDAR, siendo la capacidad de la depuradora inferior a 10.000 habitantes-equivalentes, umbral mínimo a partir del cual el proyecto quedaría tipificado en el Anexo II, Grupo 8, apartado d) *Plantas de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad esté comprendida entre los 10.000 y los 150.000 habitantes-equivalentes*, concluyendo que ambas actuaciones quedarían fuera del ámbito de aplicación de la Ley de Evaluación Ambiental.

El certificado de no afección a Red Natura 2000, a los efectos de lo previsto en la normativa europea sobre fondos comunitarios, será solicitado al órgano ambiental de la Administración General.

En el *Anejo nº23 – Ordenación ambiental, estética y paisajística*, se incluye la documentación ambiental que obrará en el expediente de tramitación, así como las medidas protectoras y correctoras previstas que garantizan la preservación del medio natural y la sostenibilidad del proyecto.

## 8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, en el presente Proyecto, se incluye el *Anejo nº16 - Estudio de Seguridad y Salud*, a partir del mismo el contratista adjudicatario de las obras elaborará, el correspondiente Plan de Seguridad y Salud adaptando a dicho Estudio sus particulares medidas de protección y métodos de ejecución.

## 9. PROPUESTAS DE CARÁCTER ECONÓMICO - ADMINISTRATIVO

### 9.1. PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

Los plazos considerados son los siguientes:

- Plazo de Ejecución: DIECIOCHO (18) MESES

Dicho plazo comprende un período de 12 meses de construcción más 6 meses para puesta en marcha de la infraestructura.

- Plazo de Garantía: DOS (2) AÑOS.

### 9.2. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

De acuerdo con el Capítulo II Reglamento General de Contratos de las Administraciones Públicas, para la ejecución de las obras e instalaciones incluidas en el presente proyecto, la clasificación del contratista será:

Grupo: K  
Subgrupo: 8  
Categoría: f

### 9.3. REVISIÓN DE PRECIOS

De conformidad con lo dispuesto en el Decreto 1098/2001 de 26 de Octubre, los precios de las obras a que se refiere el presente Anteproyecto serán revisables a cuyos efectos se utilizará la fórmula polinómica tipo 9.

Abastecimientos y Distribuciones de agua. Saneamiento. Estaciones Depuradoras. Estaciones Elevadoras. Redes de Alcantarillado. Obras de Desagüe. Zanjales de Telecomunicación.

$$K_t = 0,33 \frac{S_t}{H_o} + 0,16 \frac{E_t}{E_o} + 0,20 \frac{C_t}{C_o} + 0,16 \frac{S_t}{S_o} + 0,15$$

En esta fórmula los símbolos utilizados son:

K = Coeficiente teórico de revisión por el momento de la ejecución t.

H<sub>o</sub> = Índice de coste de la mano de obra en la fecha de la licitación

H<sub>t</sub> = Índice de coste de la mano de obra en el momento de la ejecución t.

E<sub>o</sub> = Índice de coste de la energía en la fecha de la licitación.

E<sub>t</sub> = Índice de coste de la energía en el momento de la ejecución t.

C<sub>o</sub> = Índice de coste del cemento en la fecha de la licitación.

C<sub>t</sub> = Índice de coste del cemento en el momento de la ejecución t.

S<sub>o</sub> = Índice de coste de los materiales siderúrgicos en la fecha de la licitación.

St= Índice de coste de los materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución t.



## 10. FACTORES ECONÓMICOS DE LA OBRA

### 10.1. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

En cumplimiento del Artículo 1º de la Orden de 12 de Junio de 1968 (B.O.E. 25/7/68) Orden de 14 de Marzo 1969 (B.O.E. 29/3/69) y Orden de 21 de Mayo 1979 (B.O.E. 28/5/79), se desarrolla en el *Anejo 14: Justificación de precios* el importe de los precios unitarios que figuran en los Cuadros de Precios del presente proyecto.

Se insiste en dicho Anejo que éste “carece de carácter contractual” como textualmente se indica en el Artículo 2º de la Orden citada en primer lugar.

### 10.2. PRESUPUESTO DE LA OBRA

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
AC.01	OBRA CIVIL .....	2.182.292,53
-AC.01.01	-COLECTORES .....	801.807,91
-AC.01.02	-EDAR .....	1.380.484,62
AC.02	EQUIPOS .....	1.374.401,60
-AC.02.01.	-EDAR .....	1.374.401,60
AC.03	INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	488.719,05
-AC.03.01.	-EDAR .....	488.719,05
AC.04	GESTIÓN DE RESIDUOS .....	45.026,01
AC.05	SEGURIDAD Y SALUD .....	86.589,55
AC.06	PUESTA EN MARCHA Y EXPLOTACIÓN .....	93.276,96
AC.07	ACTUACIONES AMBIENTALES .....	87.382,43
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>4.357.688,13</b>
13,00 % Gastos generales .....		566.499,46
6,00 % Beneficio industrial .....		261.461,29
<b>SUMA DE G.G. y B.I.</b>		<b>827.960,75</b>

**PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN ..... 5.185.648,88**

Asciende el presente Presupuesto Base de Licitación a la expresada cantidad de CINCO MILLONES CIENTO OCHENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS CUATENTA Y OCHO EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS (5.185.648,88€).

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN ..... 5.185.648,88

21,00 % I.V.A. .... 1.088.986,26

**PRESUPUESTO GLOBAL LÍQUIDO ..... 6.274.635,14**

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de SEIS MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS (6.274.635,14)

### 10.3. COSTES DE EXPLOTACIÓN

Dentro del *Anejo 21 - Puesta en marcha y explotación* se incluyen los costes fijos de explotación y puesta en marcha de la nueva E.D.A.R. Los principales costes son los resumidos en las siguientes tablas:

TOTAL COSTES FIJOS	
COSTE TOTAL DE PERSONAL	21.150,00 €
COSTE FIJO DE ELECTRICIDAD	6.591,47 €
COSTE TOTAL DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN	5.065,00 €
COSTE TOTAL OTROS CONCEPTOS	4.737,50 €
<b>TOTAL COSTES FIJOS</b>	<b>37.543,97 €</b>
<i>Repercusión por m<sup>3</sup> de agua tratada (Euros)</i>	<i>0,07 €</i>

**Tabla 6.** Resumen de principales costes fijos de la E.D.A.R. de Argamasilla de Calatrava

RESUMEN COSTES VARIABLES		
	Coste 6 meses	Ud
Coste energía eléctrica	31.850,03 €	66,30%
Coste reactivos	3.316,95 €	6,91%
Coste transporte de residuos	7.884,18 €	16,41%
Coste disposición de residuos	4.985,56 €	10,38%
<b>TOTAL COSTES VARIABLES</b>	<b>48.036,72 €</b>	
<i>Repercusión por m<sup>3</sup> de agua tratada</i>	<i>0,10 €</i>	

**Tabla 7.** Resumen de principales costes variables de la E.D.A.R. de Argamasilla de Calatrava

COSTES TOTALES		
Coste total de personal	21.150,00 €	24,45%
Coste total de energía eléctrica	38.441,50 €	44,44%
Coste total de reactivos	3.316,95 €	3,83%
Coste total residuos	12.869,74 €	14,88%
Coste total otros conceptos	10.732,50 €	12,41%
<b>TOTAL EXPLOTACIÓN 6 MESES</b>	<b>86.510,69 €</b>	
<i>Repercusión por m<sup>3</sup> agua tratada</i>	<i>0,17 €</i>	

CANON FIJO (€/día)	<b>213,74 €</b>
CANON VARIABLE (€/1000 m <sup>3</sup> agua tratada)	95,01 €
<b>REPERCUSIÓN POR m<sup>3</sup> DE AGUA TRATADA</b>	<b>0,17 €</b>

**Tabla 8.** Costes totales para los 6 primeros meses de explotación de la E.D.A.R. de Argamasilla de Calatrava

## 11. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO

### 1- MEMORIA

#### ANEJOS A LA MEMORIA:

- 1- FICHA TÉCNICA. CARACTERÍSTICAS GENERALES
- 2- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
- 3- GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
- 4- ESTUDIO HIDROLÓGICO
- 5- ESTUDIO DE POBLACIÓN. CAUDALES Y CONTAMINACIÓN
- 6- ESTUDIO DE SOLUCIONES
- 7- TRAZADO DE COLECTORES
- 8- CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE CONDUCCIONES
- 9- CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE E.D.A.R.
- 10- CÁLCULOS MECÁNICOS Y ESTRUCTURALES
- 11- CÁLCULOS FUNCIONALES
- 12- CÁLCULOS ELÉCTRICOS
- 13- AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL
- 14- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
- 15- PLAN DE OBRA
- 16- SEGURIDAD Y SALUD
- 17- SERVICIOS AFECTADOS
- 18- EXPROPIACIONES
- 19- PRESUPUESTO
- 20- GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN
- 21- PUESTA EN MARCHA Y EXPLOTACIÓN
- 22- ESTUDIO DE INUNDABILIDAD
- 23- ORDENACIÓN AMBIENTAL, ESTÉTICA Y PAISAJÍSTICA

### 2- PLANOS

### 3- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS

#### 3.1. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

### 4- PRESUPUESTOS

#### 4.1. Mediciones

#### 4.2. Cuadro de Precios nº 1 y nº 2

#### 4.3. Presupuestos Parciales

#### 4.4. Presupuestos Generales

## **12. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA Y CONCLUSIÓN**

### **12.1. OBRA COMPLETA**

El cumplimiento del último párrafo del Artículo 64 del Reglamento General de Contratación se manifiesta que el presente Proyecto comprende una obra completa en el sentido exigido en el Artículo 58 del citado Reglamento, ya que comprende todos y cada uno de los elementos que son precisos para la utilización de las obras, siendo susceptible de ser entregada al uso público.

### **12.2. CONCLUSIÓN**

El presente proyecto se ha redactado según lo exigido en el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.

Por todo ello, se estima haber desarrollado el presente proyecto con sujeción a la normativa vigente, sometiéndolo a la aprobación de la Administración.

El Autor del Proyecto:  
D. Ángel Caballero Gómez

El Director del Proyecto:  
D. Bernardo Alfageme Gutiérrez

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.  
Nº Colegiado: 26.168

Ingeniero Agrónomo.  
Nº Colegiado: 4.782